

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra pružnosti a pevnosti

Simulace kotevních bodů sedadel automobilu

Simulation of Car Seat Anchor Points

Student:

Bc. Jiří Beneš

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Fusek, Ph.D.

Ostrava 2014

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jiří Beneš**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3901T003 Aplikovaná mechanika
Téma: **Simulace kotevních bodů sedadel automobilu**
Simulation of Car Seat Anchor Points

Zásady pro vypracování:

1. Popište legislativu související s homologací vozidel.
2. Proved'te rozbor úlohy a vlastní simulaci daného problému.
3. Vyvod'te závěry, popřípadě srovnajte s dostupnými experimentálními daty.

Seznam doporučené odborné literatury:

- 1] Lenert, J.: Pružnost a pevnost II, VŠB – Technická univerzita, Ostrava, 1998.
- [2] Němec, J., Dvořák, J., Höschl, C.: Pružnost a pevnost ve strojírenství, Technický průvodce 69, SNTL, Brno, 1989.
- [3] Bittnar, Z., Šejnoha, J.: Numerické metody mechaniky 1, Vydavatelství CVUT, Praha, 1992.
- [4] Lenert, J.: Úvod do metody konečných prvků, VŠB – TU Ostrava, 1999, ISBN 80 – 7078 – 686 – 8
- [5] Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L.: The Finite Element Method (Volume 1 - 3), Butterworth-Heinemann, Oxford 2000, ISBN 0-7506-5049-4
- [6] Macura, P.: Experimentální metody v pružnosti a plasticitě, VŠB – TU Ostrava, 2001, ISBN 80-7078-934-4

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Fusek, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014



doc. Ing. Radim Halama, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 9.5.2014

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 9.5.2014

..... Jiří Beneš

podpis

Jméno a příjmení autora práce: Jiří Beneš

Adresa trvalého pobytu autora práce: Karla Sedláka 1226/14, 784 01 Litovel

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Martinu Fuskovi, Ph.D. za poskytnuté konzultace a vedení diplomové práce.

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

BENEŠ, Jiří. *Simulace kotevních bodů sedadel automobilu: Diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra pružnosti a pevnosti, 2014, 62 s. Vedoucí práce: Fusek, M.

Diplomová práce se zabývá zkouškou kotevních úchytů bezpečnostních pásů prototypu elektromobilu SCX. V úvodu je popsána historie vzniku bezpečnostních pásů, seznámení se zadavatelem práce, čili s projektem StudentCar. V další kapitole je popsána legislativa automobilů vyráběných v malých sériích a seznámení s normou stanovující zkoušku kotevních úchytů bezpečnostních pásů. V následujících kapitolách je popsán model, dodaný konstrukčním oddělením StudentCar, jeho úpravy a využitý materiál pro řešení. Převedení geometrického modelu na konečnoprvkový, pro řešení úlohy pomocí metody konečných prvků. Zavedení okrajových podmínek, řešení kontaktů, následné řešení úlohy a její pevnostní vyhodnocení. V práci je dále uveden průběh reálné zkoušky provedené firmou TÜV SÜD a její vyhodnocení. V poslední kapitole je stručně popsána metodika řešení úlohy kotevních úchytů bezpečnostních pásů pomocí metody konečných prvků.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

BENEŠ, Jiří. *Simulation of Car Seat Anchor Points: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanics of Materials, 2014, 62 p. Thesis head: Fusek, M.

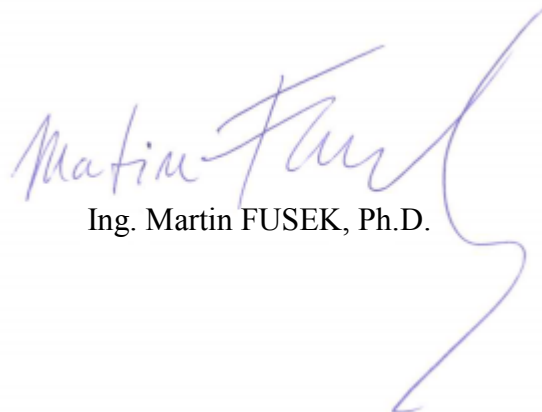
The subject of this dissertation is a test of anchoring lugs of safety belts in SCX electric car. The history of the safety belts invention is described in the preamble as well as the introduction to the work owner, i.e. the StudentCar Project. The following chapter covers the legislation of cars produced in low series and explanation of the standard for testing the anchoring lugs of safety belts. The next chapters describe the model delivered by the StudentCar Design Department, its modifications and the material used for the solution, the conversion of the geometrical model into the model of the finite element for resolving the task by means of the finite element method, the implementation of boundary conditions, contacts solving, the subsequent task resolution and its strength evaluation. The work further includes the progress and assessment of the real test performed by company TÜV SÜD. The methodology of resolving the task of anchoring lugs of safety belts by means of the finite element method is briefly described in the last chapter.

Prohlášení vedoucího diplomové práce o duševním vlastnictví výsledků diplomové práce

Vzhledem k výlučnému duševnímu vlastnictví výsledků diplomové práce, opíraje se o článek 1 Zásad pro vypracování diplomové (bakalářské) práce, dokumentu FS_SME_05_003, je komplexní vyřešení zadání práce zařazeno jako technická zpráva. Cituji z dokumentu FS_SME_05_003, „... Tato technická zpráva bude k dispozici pouze oponentům a členům komise pro obhajobu, kteří tímto budou vázáni mlčenlivostí o jejím obsahu.“

Z pozice vedoucího diplomové práce uznávám ve 100% rozsahu obsah technické zprávy jako úspěšné vyřešení diplomové práce.

13. května 2014



Ing. Martin FUSEK, Ph.D.

Obsah technické zprávy

	Seznam použitých značek a symbolů	8
1	Úvod	9
1.1	Historie bezpečnostních pásů	9
1.2	Zadavatel (StudentCar)	10
1.2.1	Laboratoř technologie stavby automobilů	11
1.2.2	Laboratoř pro testování automobilů	11
2	Legislativa	13
2.1	Druhy zkoušek	13
2.2	Podmínky provádění zkoušek	14
2.3	Homologační předpisy EHK	16
2.4	Vozidla vyráběná v malých sériích	17
2.4.1	ES schválení typu malých sérií	17
2.5	Výtah z normy (Kotevní úchyty bezpečnostních pásů 76/115/EHS)	20
3	Model	24
4	Materiál	30
5	Konečnoprvková síť	39
6	Okrajové podmínky a kontakty	43
6.1	Aplikace upevnění vozidla	43
6.2	Aplikace zatížení	44
6.3	Kontakty	45
7	Řešení	46
8	Vyhodnocení	48
9	Experiment	60
10	Metodika	63
11	Závěr	65
12	Seznam použité literatury	68
13	Seznam příloh obsahující paměťové médium CD	69

Seznam použité literatury

- [1] Bezpečnostní pás: Historie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2014-02-28]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Bezpe%C4%8Dnostn%C3%AD_p%C3%A1s.
- [2] StudentCar. *StudentCar* [online]. [cit. 2014-02-16]. Dostupné z: <http://www.studentcar.cz/lang/cs/projekty/studentcar>.
- [3] StudentCar: O projektu. *StudentCar* [online]. [cit. 2014-02-16]. Dostupné z: http://old.studentcar.cz/o_projektu.htm.
- [4] Sedlák, J. *Konstrukční návrh modulárního systému přípravků pro dynamické zkoušení materiálů a automobilových konstrukčních uzlů*. Ostrava 2010. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická universita Ostrava. Vedoucí práce Ing. Martin Fusek, Ph.D.
- [5] VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*. 1. vydání. Brno: VLK, 2001. 576 s. ISBN 80-238-6573-0
- [6] Směrnice Evropského parlamentu a Rady. In: 2007/46/ES. 2007. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu>.
- [7] 76/115/EHS*96/38/ES. *Bezpečnostní pásy, kotevní úchyty*. Praha, 1975. 27 s.
- [8] *Strojnické tabulky: Čtvrté doplněné vydání*. Úvaly, Havlíčkova 197: ALBRA - pedagogické nakladatelství, 2008. ISBN 978-80-7361-051-7.
- [9] MSC.Software Corporation. *MSC Nastran 2013 Documentation*.
- [10] Beneš, J. *Simulace kotevních bodů sedadel automobilu*. Ostrava 2014. Technická zpráva k diplomové práci. Vysoká škola báňská – Technická universita Ostrava. Vedoucí práce Ing. Martin Fusek, Ph.D.

Seznam příloh obsahující paměťové médium CD

Příloha A: Úplný soupis informací k ES schválení typu vozidla

Příloha B: Video ze zkoušky kotevních úchytů bezpečnostních pásů

Příloha C: Úplný text technické zprávy